

Einführung in die Programmierung

Wintersemester 2019/20

<https://ls11-www.cs.tu-dortmund.de/teaching/ep1920vorlesung>

Dr.-Ing. Horst Schirmeier

(mit Material von Prof. Dr. Günter Rudolph)

Arbeitsgruppe Eingebettete Systemsoftware (LS 12)
und Lehrstuhl für Algorithm Engineering (LS11)

Fakultät für Informatik

TU Dortmund

Inhalt

- Lokale und globale Variablen
- Namensräume

Bisher bekannt:

- Variable im Hauptprogramm
 - sind im Hauptprogramm gültig.
- Lokale Variable in Funktionen
 - sind nur innerhalb einer Funktion gültig und
 - werden ungültig beim Verlassen der Funktion.

Globale Variable

sind **Datendefinitionen außerhalb von Funktionen** (z.B. vor `main()`)

- sie existieren bereits **vor Beginn des Hauptprogramms**,
- sie existieren während der **gesamten Lebensdauer des Programms**,
- sie sind im Hauptprogramm und allen Funktionen **sichtbar**,
wenn sie nicht von lokalen Variablen **verdeckt werden**.

```
#include <iostream>
int x = 10;
int main() {
    std::cout << x << std::endl;
    int x = 5;
    std::cout << x << std::endl;
    return 0;
}
```

globale Variable **x**

lokale Variable **x** **verdeckt ab dieser Zeile** globale Variable **x**

Ausgabe: 10
5

Lokale Variable

sind **Datendefinitionen innerhalb eines Blocks { }**

- sie existieren **ab ihrer Datendefinition** innerhalb des Blockes,
- sie existieren **bis der Block verlassen wird**,
- sie sind auch **in untergeordneten Blöcken sichtbar**,
wenn sie nicht von lokalen Variablen in diesen Blöcken **verdeckt werden**.

```
#include <iostream>
int main() {
    int x = 1;
    std::cout << x << std::endl;
    { int x = 5;
      std::cout << x << std::endl;
    }
    return 0;
}
```

lokale Variable x

untergeordneter Block:
x verdeckt x in `main()`

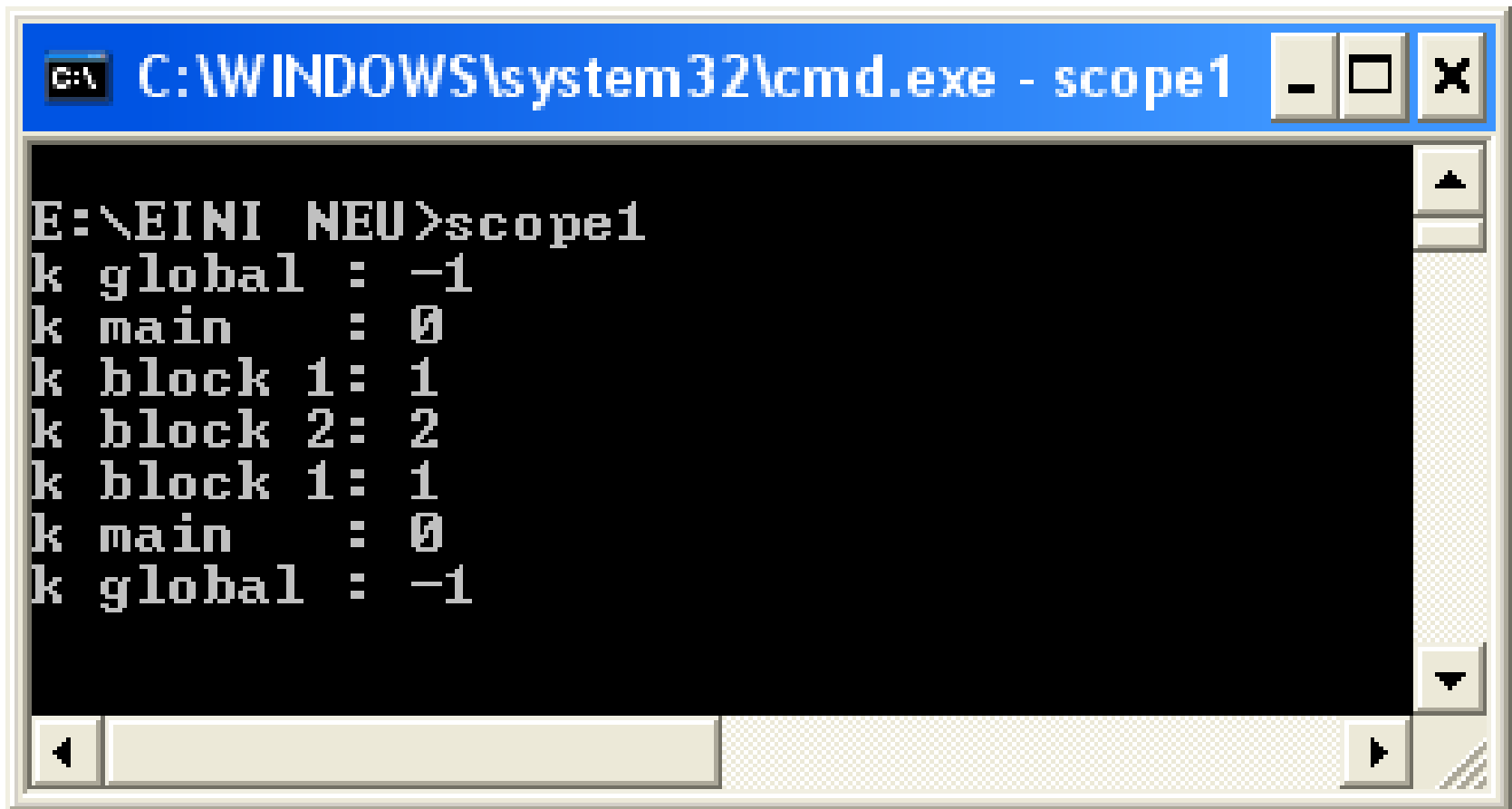
Ausgabe: 1
5

Beispiel 1

```
#include <iostream>
int k = -1;
int main() {
    std::cout << "k global : " << k << std::endl;
    int k = 0;
    std::cout << "k main      : " << k << std::endl;
    { int k = 1;
      std::cout << "k block 1: " << k << std::endl;
      { int k = 2;
        std::cout << "k block 2: " << k << std::endl;
      }
      std::cout << "k block 1: " << k << std::endl;
    }
    std::cout << "k main      : " << k << std::endl;
    std::cout << "k global : " << ::k << std::endl;
    return 0;
}
```

„scope resolution“

Beispiel 1

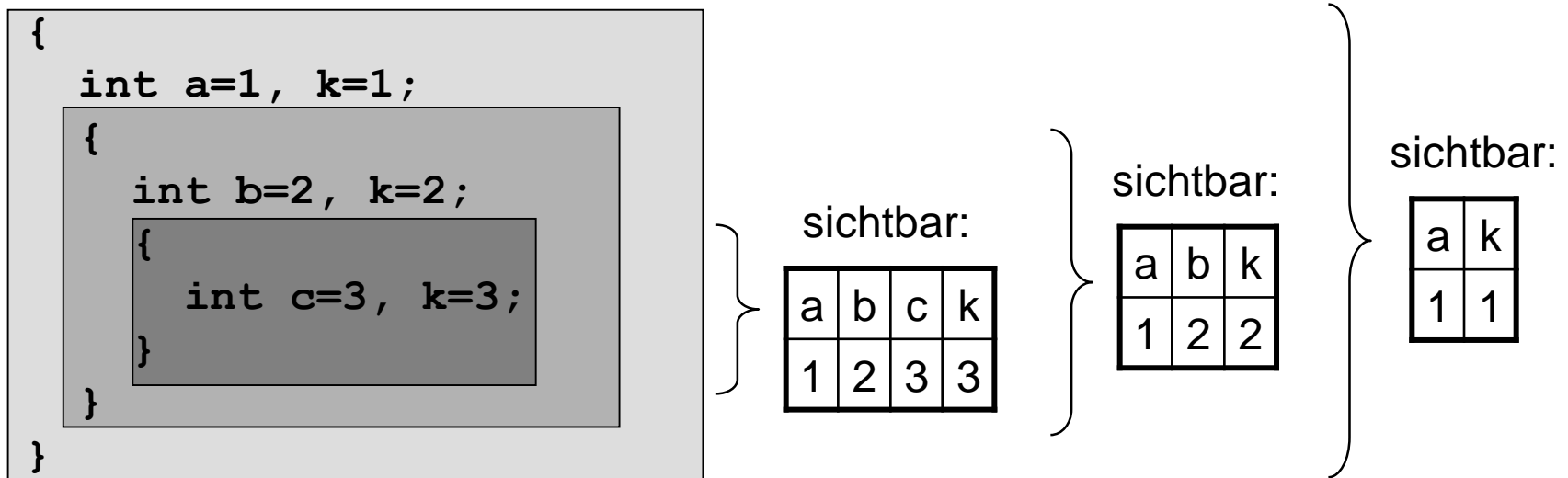


The screenshot shows a Windows command prompt window titled "C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - scope1". The prompt is at "E:\EINI NEU>". The output of the "scope" command is as follows:

```
E:\EINI NEU>scope
k global      : -1
k main       : 0
k block 1    : 1
k block 2    : 2
k block 1    : 1
k main       : 0
k global     : -1
```

Lokale Variable

- ... verdecken Variable in umgebenden Blöcken, **falls Bezeichner gleich**.
- Verdeckte Variablen sind dann nicht sichtbar, **aber existent!**
- **Unverdeckte Variable** in allen umgebenden Blöcken sind **sichtbar**.



Globale Variable

- können durch lokale Variable verdeckt werden.
- sind überall (selbst wenn verdeckt) über den **Gültigkeitsbereich-Operator** (*scope resolution operator*) :: zugreifbar.

Der :: - Operator ermöglicht den Zugriff auf alle global bekannten Objekte.

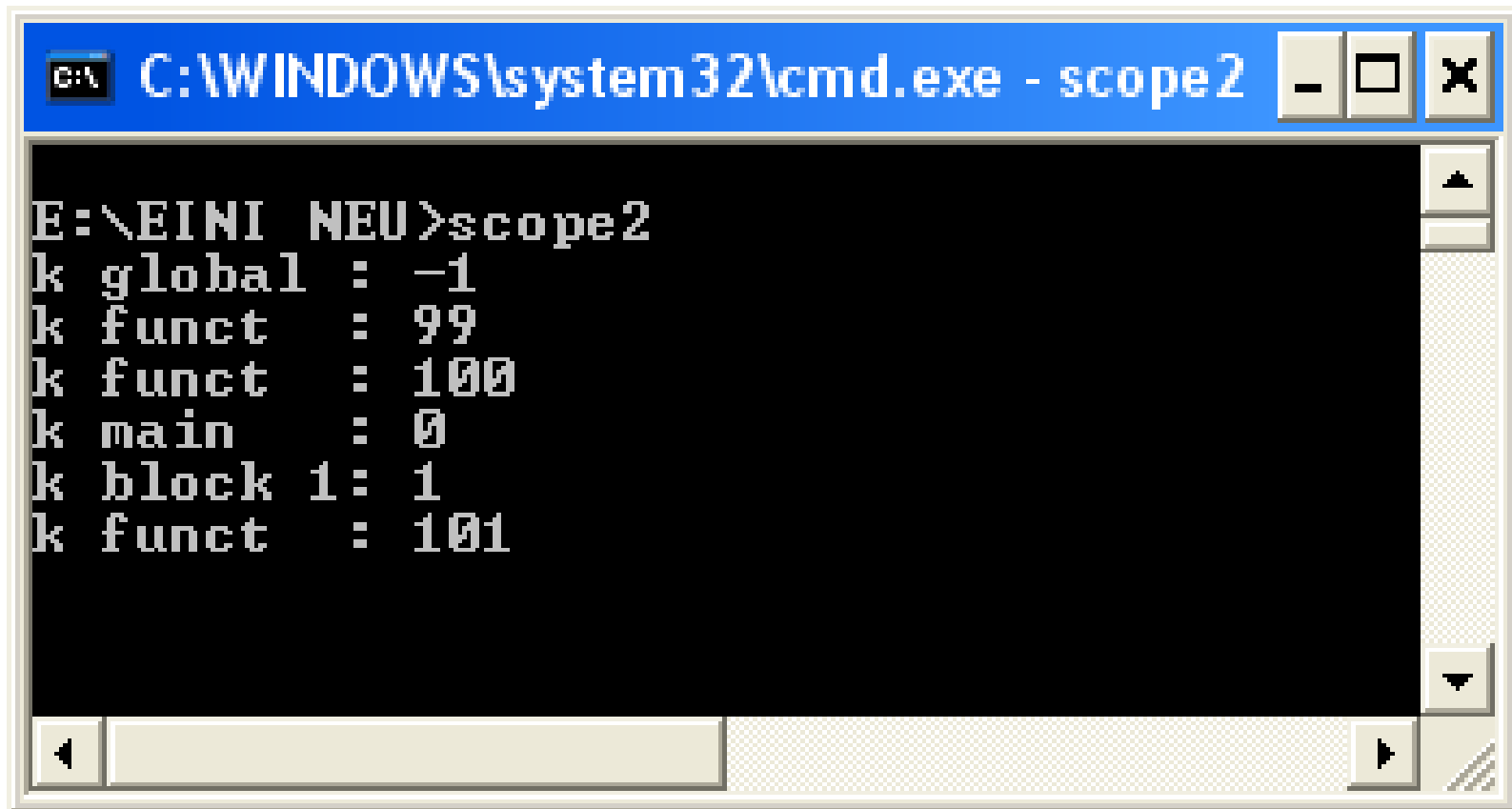
Achtung:

Globale Variable sollten **grundsätzlich vermieden werden**.

Beispiel 2

```
#include <iostream>
int k = -1; // global
void funct(int k) {
    k += 100;
    std::cout << "k funct : " << k << std::endl;
}
int main() {
    std::cout << "k global : " << k << std::endl;
    funct(k);
    int k = 0;
    funct(k);
    std::cout << "k main : " << k << std::endl;
    { int k = 1;
      std::cout << "k block 1: " << k << std::endl;
      funct(k);
    }
    return 0;
}
```

Beispiel 2




```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - scope2

E:\EINI NEU>scope2
k global : -1
k funct  : 99
k funct  : 100
k main   : 0
k block 1: 1
k funct  : 101
```

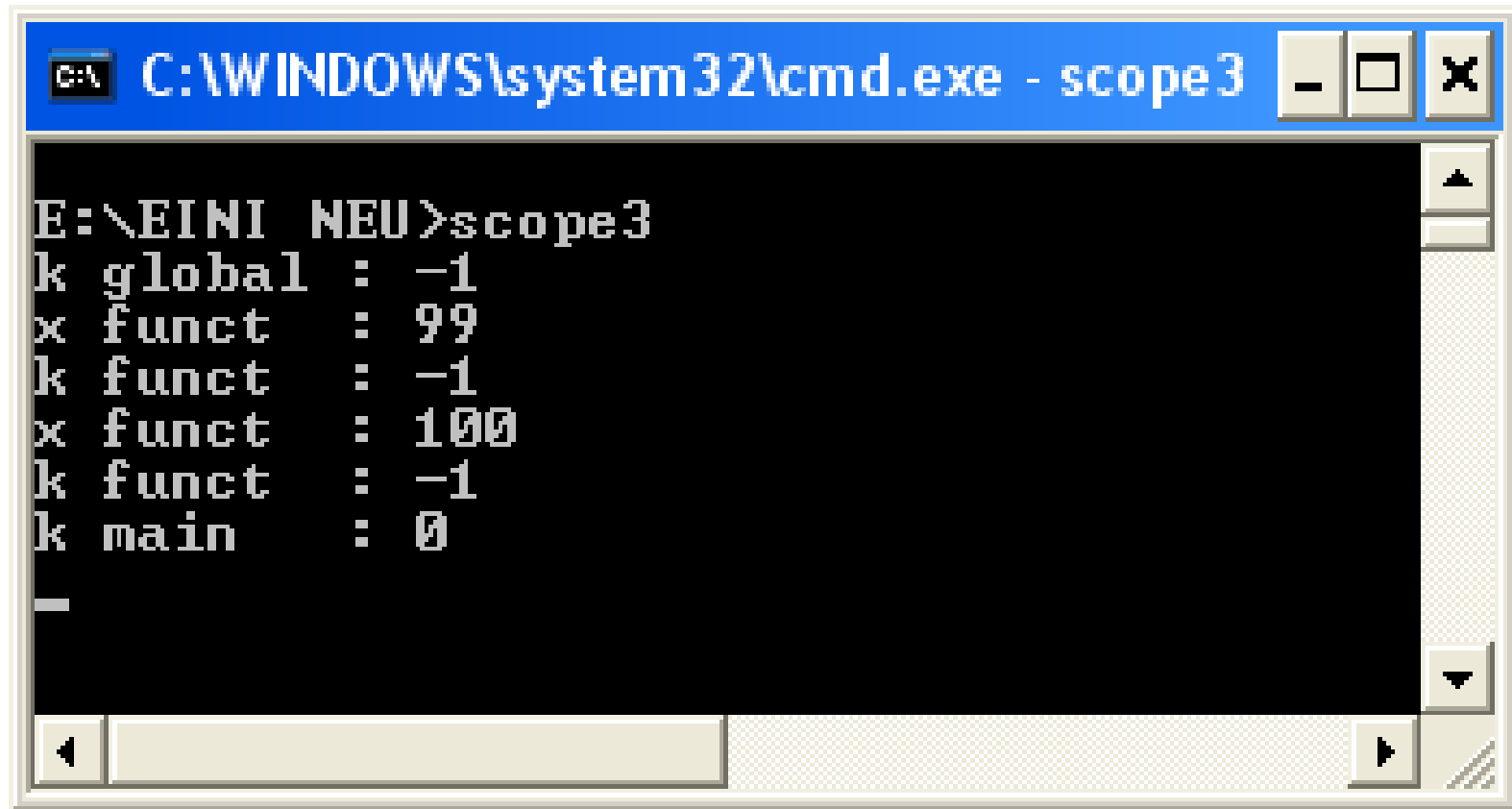
Beispiel 3

```
#include <iostream>
int k = -1; // global
void funct(int x) {
    x += 100;
    std::cout << "x funct : " << x << std::endl;
    std::cout << "k funct : " << k << std::endl;
}
int main() {
    std::cout << "k global : " << k << std::endl;
    funct(k);
    int k = 0;
    funct(k);
    std::cout << "k main : " << k << std::endl;
    return 0;
}
```



global

Beispiel 3




The screenshot shows a Windows command prompt window titled "C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - scope3". The prompt is at "E:\EINI NEU>". The command "scope3" has been entered, and the output is as follows:

```
E:\EINI NEU>scope3
k global      : -1
x funct       : 99
k funct       : -1
x funct       : 100
k funct       : -1
k main        : 0
-
```

Beispiel 4

```
#include <iostream>
int main() {
    int i, sum = 0;
    for (i = 0; i < 3; i++) {
        int j;
        for (j = 0; j < 4; j++) {
            sum += i * j;
            std::cout << sum << std::endl;
        }
    }
    return 0;
}
```

Datendefinition im
inneren Block!



Merke:

In **jedem Block** dürfen neue lokale Variable angelegt werden.
Sie verdecken Variable gleichen Namens in äußeren Blöcken.

Beispiel 5

Zählvariable wird nach der Schleife noch benötigt?

⇒ Datendefinition von k **vor** dem Schleifenkopf

```
int k; // ab hier existiert k
for (k = 0; k < n; ++k)
    sum += k;
std::cout << k << std::endl; // k existiert noch
```

Zählvariable wird nicht mehr benötigt?

⇒ Datendefinition von k **im** Schleifenkopf

```
for (int k = 0; k < n; ++k) // ab hier existiert k
    sum += k;
// k existiert hier nicht mehr
// Die folgende Zeile würde nicht compilieren:
//std::cout << k << std::endl;
```

→ Fehlermeldung z.B.

error: 'k' was not declared in this scope

Statische (globale) Variable

sind globale Variable, die nur in der Datei sichtbar sind, in der sie deklariert werden.

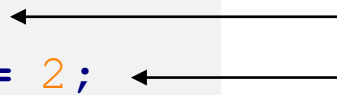
Datendefinition:

static Datentyp Bezeichner;

Dateninitialisierung:

static Datentyp Bezeichner = Wert;

```
#include <iostream>
int global = 1;
static int statisch = 2;
```



globale Variable für **alle** Dateien
globale Variable **nur für diese** Datei

Datei *Global.cpp*

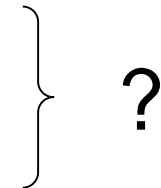
```
int main() {
    cout << global << endl;
    cout << statisch << endl;
    return 0;
}
```

Datei *Haupt.cpp*



Fehler!

Sowohl **global**
als auch **statisch**
nicht sichtbar!




```
#include <iostream>
int global = 1;
static int statisch = 2;
```

Datei *Global.cpp*

2. Versuch:

```
int global;
int statisch = 3;
int main() {
    cout << global << endl;
    cout << statisch << endl;
    return 0;
}
```

Datei *Haupt.cpp*

Frage: Wie kommt man an die globalen Variablen, die in **anderen** Dateien definiert worden sind?

} **Idee:** Variable müssen vor ihrem ersten Gebrauch definiert worden sein!



Fehler!

Der Linker meldet, dass Variable `global` bereits in *Global.cpp* definiert worden ist.

Nicht-statische globale Variable sind **in allen Dateien** globale Variable!

Hier: Versuch, **erneut** globale Variable gleichen Namens zu definieren.

```
#include <iostream>
int global = 1;
static int statisch = 2;
```

Datei *Global.cpp*

3. Versuch:

```
extern int global;
int statisch = 3;
int main() {
    cout << global << endl;
    cout << statisch << endl;
    return 0;
}
```

Datei *Haupt.cpp*

Frage: Wie kommt man an die globalen Variablen, die in **anderen** Dateien definiert worden sind?

Idee: Durch Schlüsselwort **extern** angeben, dass Variable **global** außerhalb dieser Datei definiert ist.

Keine Fehlermeldung!

Aufruf des Programms liefert Ausgabe:

```
1
3 } ?
```

Zugriff auf **global** → OK

Mit **int statisch** wurde nicht-statische globale Variable deklariert



```
#include <iostream>
int global = 1;
static int statisch = 2;
```

Datei *Global.cpp*

4. Versuch:

```
extern int global;
extern int statisch = 3;
int main() {
    cout << global << endl;
    cout << statisch << endl;
    return 0;
}
```

Datei *Haupt.cpp*

Fazit: Man kann nicht aus anderen Dateien auf statische globale Variable zugreifen.

Frage: Wie kommt man an die globalen Variablen, die in **anderen** Dateien definiert worden sind?

Idee: Wenn **extern** bei **global** hilft, dann hilft es vielleicht auch bei **statisch**? (Hmm, schwache Idee ...)



Fehler!

Linker meldet, dass das externe Symbol **int statisch** nicht aufgelöst werden konnte.

⇒ **Stimmt!** Die Variable **statisch** in der Datei *global.cpp* ist eine **statische** Variable und nur dort gültig!

Achtung:

Statische globale Variable sind Erbstück aus C.

Sie gelten in C++ als **überholt** (*deprecated*).


Zukünftige Versionen von C++ könnten das nicht mehr unterstützen!

⇒ **Nicht verwenden!**

Nicht verwechseln:

Statische lokale Variable in Funktionen sind auch Erbstück aus C.

Sie sind in C++ willkommen!



Statische Variable (in Funktionen)

haben einen **anderen Gültigkeitsbereich** als „normale“ Variablen. Eine statische Variable **in einer Funktion** hört nicht auf zu existieren, wenn die Funktion beendet wird, sondern **bleibt im Speicher bestehen**.

Achtung: Hat gleichen Sichtbarkeitsbereich wie normale lokale Variablen!

```
unsigned int countCalls() {
    static unsigned int ctr = 0;
    return ++ctr;
}
int main() {
    for (int i = 0; i < 10; i++)
        cout << countCalls() << endl;
    return 0;
}
```

Ausgabe: Zahlen 1 bis 10

Statische (lokale) Variable werden nur **einmal initialisiert**, nämlich beim 1. Aufruf der Funktion.

Sie bleiben gültig bis zum Ende des gesamten Programms; also über das Ende der Funktion hinaus.

Die Zeile `static unsigned int ctr = 0` wird somit nur **einmal** ausgeführt. Die statische lokale Variable `ctr` behält ihren Wert bei weiteren Funktionsaufrufen.

```
int fkt1(int wert) {
    static int w = -1;
    if (wert != 0) w = wert;
    return w;
}

int fkt2(int a) {
    {
        static int b = a;
    }
    //return b; ←
    return a;
}

int main() {
    cout << fkt1(0) << " " <<
        << fkt1(3) << " " <<
        << fkt1(0) << endl;
    return 0;
}
```

w wird beim 1. Aufruf mit **-1** initialisiert.
w bleibt unverändert, wenn **wert == 0**.
w wird zu **wert**, wenn **wert** ungleich 0.

statische Variable **b** in neuem Block:
existiert **bis zum Ende des Programms**

würde **Compilerfehler** liefern:
b existiert zwar noch,
aber der Sichtbarkeitsbereich (Block)
wurde bereits verlassen!

Ausgabe: -1 3 3

Namensräume (*namespaces*)

- eingeführt mit dem ersten **C++-ISO-Standard** von 1998
- zur **Vermeidung von Namenskonflikten** bei großen Programmen mit vielen Entwicklern

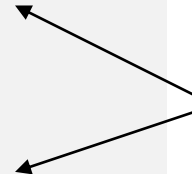
```
void drucke(int n, double a[]){
    double sum = 0.0;
    while (--n >= 0) sum+=a[n];
    std::cout << sum;
}
```

} Entwickler A

```
void drucke(int n, double a[]){
    for (int i = 0; i < n; i++)
        std::cout << a[i] << ' ';
    std::cout << std::endl;
}
```

} Entwickler B

```
namespace A {
    void drucke(int n, double a[]){
        double sum = 0.0;
        while (--n >= 0) sum += a[n];
        std::cout << sum;
    }
}
namespace B {
    void drucke(int n, double a[]){
        for (int i = 0; i < n; i++)
            std::cout << a[i] << ' ';
        std::cout << std::endl;
    }
}
void print_all(int n, double a[]) {
    B::drucke(n, a);
    A::drucke(n, a);
}
```



Auflösung des
Namenskonfliktes
durch *namespaces*

Namensräume

- können dazu benutzt werden, Funktionen etc. **nach Einsatzgebiet** zu ordnen
- „Wegsperrern“ von **selten benutzten** Funktionen
- bei häufig benutzten Funktionen / Namensräumen kann dann durch **using**-Direktive der qualifizierende Namensteil weggelassen werden

```
A::drucke (n, a) ;
```

qualifizierender Namensteil =
Name des Namensraums

```
using namespace A;  
drucke (n, a) ;
```

verwendet **drucke ()** aus Namensraum **A**
(dessen Namen nun **alle** im globalen
Namensraum sichtbar sind)

```
using A::drucke;  
drucke (n, a) ;
```

verwendet **drucke ()** aus Namensraum **A**
(aus **A** nur **drucke** sichtbar)

Namensräume

zu Anfang der Vorlesung:

```
std::cout << a << std::endl;
```

im Namensraum `std` liegen Standardfunktionen (auch aus C)

```
using namespace std; ← dadurch ...  
// ...  
cout << a << endl; ← ... entfällt das lästige std::
```